

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan Industri di Indonesia terus mengalami peningkatan akan tetapi kebutuhan bahan bakar semakin meningkat pula seiring semakin meningkatnya populasi dan semakin berkembangnya teknologi, akan tetapi cadangan sumber daya minyak bumi yang berasal dari fosil semakin menipis karena sifatnya yang tidak dapat diperbaharui, ketergantungan tinggi pada bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan batu bara secara terus menerus diyakini akan mengganggu perekonomian dalam negeri, sehingga wacana untuk mengembangkan sumber energi terbarukan semakin banyak digulirkan.

Hingga saat ini Indonesia masih sangat bergantung pada bahan bakar berbasis fosil sebagai sumber energi. Data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) pada 2021, mencatat cadangan minyak Indonesia sebesar 3,95 miliar barel. Cadangan ini terdiri dari 2,25 miliar cadangan terbukti dan 1,7 miliar cadangan potensial. Jumlah cadangan tersebut turun jauh dari 7,73 miliar barel pada 2011. Saat itu, cadangan terbukti tercatat sebesar 4,04 miliar barel dan cadangan potensial 3,69 miliar barel (Reza Pahlevi, 2022). Cadangan minyak ini diperkirakan hanya akan bertahan hingga sekitar 8 tahun. Ketergantungan terhadap energi dari bahan bakar fosil akan menjadi ancaman tersendiri, antara lain: semakin menipisnya sumber-sumber minyak bumi jika tidak ditemukan sumber minyak yang baru. meningkatnya polusi (CO₂) yang dihasilkan dari penggunaan energi dari bahan bakar fosil tersebut sehingga akan memicu efek rumah kaca. Untuk mengurangi ketergantungan terhadap minyak bumi dan memenuhi persyaratan lingkungan global, satu-satunya cara adalah dengan pengembangan sumber energi terbarukan.

Indonesia memiliki potensi sumber energi terbarukan dalam jumlah besar. Beberapa diantaranya bisa segera diterapkan di tanah air, seperti: bioetanol sebagai pengganti bensin, biodiesel untuk pengganti solar,

tenaga panas bumi, mikrohidro, tenaga surya, tenaga angin, bahkan sampah/limbah pun bisa digunakan untuk membangkitkan listrik. Untuk menanggulangi keterbatasan bahan bakar dari fosil maka solusinya adalah membangun pabrik biodiesel dari minyak kelapa sawit (CRUDE PLAM OIL). didukung dengan ketersediaan CPO yang sangat mencukupi, dimana Pada tahun 2019 produksi CPO di indonesia mencapai 47,18 juta ton, dengan pemakaian domestik di perkirakan haya 16,7 juta ton dan untuk produksi biodiesel sekitar 49% dari pemakian domestik. (Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi 2021).

Indonesia sendiri telah memiliki beberapa industri biodiesel besar. Industri-industri tersebut antara lain PT Wilmar Nabati Indonesia mendapatkan alokasi sebesar 1,37 juta kl diikuti oleh PT Wilmar Bioenergi Indonesia sebesar 1,32 juta kkl. Kemudian ada PT Musim Mas dan PT Cemerlang Energi Perkasa yang akan mendistribusikan biodiesel masing-masing sebesar 882 ribu kl dan 483 ribu kl. (Wilda Asmarini, CNBC Indonesia NEWS 25 December 2020).

Hasil dari industri tersebut masih belum mencukupi banyaknya kebutuhan biodiesel dalam negeri yang terus mengalami peningkatan, dengan adanya pendirian pabrik biodiesel berbahan baku CPO dan metanol dapat membantu memenuhi kebutuhan biodiesel.

1.2 Tujuan

Dengan didirikannya pabrik biodiesel ini diharapkan mampu untuk mengantisipasi peningkatan kebutuhan biodiesel beberapa tahun mendatang. Disamping itu diharapkan mampu memberikan keuntungan sebagai berikut:

- a) Mengurangi pemakaian bahan bakar diesel subsidi
- b) Menghemat sumber devisa Negara karena dapat mengurangi ketergantungan impor minyak mentah
- c) Mengurangi polusi udara akibat pembakaran bahan bakar fosil, gas buang dan efek rumah kaca.

- d) Membuka lapangan kerja baru sehingga dapat membantu meningkatkan taraf hidup penduduk sekitar.

1.3 Tinjauan Pustaka

Biodiesel adalah bahan bakar nabati untuk aplikasi mesin/motor diesel berupa ester metil asam lemak (fatty acid methyl ester atau FAME) yang terbuat dari minyak nabati atau lemak hewani melalui proses esterifikasi/transesterifikasi. merupakan bahan bakar terbarukan yang dapat dicampur atau menggantikan bahan bakar diesel konvensional untuk pembakaran pada mesin diesel. Untuk saat ini, di Indonesia bahan baku biodiesel berasal dari Minyak Sawit (CPO). Selain dari CPO, tanaman lain yang berpotensi untuk bahan baku biodiesel antara lain tanaman jarak, jarak pagar, kemiri sunan, kemiri cina, nyamplung dan lain-lain.

Di pasaran, biodiesel ditulis dengan kode tertentu, seperti B100 yang menunjukkan jika biodiesel tersebut 100% murni atau B30 yang menyatakan persentase komposisi campuran biodiesel 30% dan solar 70%. Karena bahan bakunya berasal dari minyak tumbuhan atau lemak hewan, biodiesel digolongkan sebagai bahan bakar yang dapat diperbarui. Dari aspek lingkungan, kontribusi penggunaan B30 dapat menekan emisi gas rumah kaca sebesar 22,59 juta ton CO₂ sepanjang 2021. Program B30 sangat efektif bagi kebutuhan prioritas nasional untuk mengurangi emisi sekaligus mengurangi ketergantungan pada energi fosil, khususnya di sektor transportasi. Pemanfaatan biodiesel juga menghemat devisa negara. program B30 menekan pengeluaran negara sebesar USD 3,8 miliar dari impor solar.

Proses pembuatan biodiesel yang dapat digunakan antara lain seperti Pirolisis, Emulisifikasi, Esterifikasi dan transesterifikasi.

1. Proses Pirolisis

Pirolisis adalah reaksi dekomposisi termal yang terjadi tanpa adanya oksigen. Pirolisis minyak nabati biasanya menggunakan katalis garam logam. Proses ini sebabkan produksi biodiesel dengan angka setana

yang tinggi, namun dengan semakin ketatnya standar kualitas bahan baku biodiesel, viskositas biodiesel yang dihasilkan oleh pirolisis dilaporkan sangat tinggi dan karakteristik titik tuangnya adalah sangat rendah. Menurut standar bahan bakar modern, viskositas bahan bakar terlalu tinggi.

2. Proses Mikroemulsifikasi

Mikroemulsifikasi adalah pembentukan dispersi yang stabil secara termodinamika dari dua cairan yang sulit larut. Proses ini berlangsung dengan satu atau lebih surfaktan. Penurunan diameter dalam mikroemulsifikasi berkisar antara 100-1000 Å. Berbagai penelitian dilakukan untuk mengkaji proses mikroemulsifikasi minyak nabati menggunakan pelarut metanol, etanol, atau 1-butanol. Bahan bakar dari proses ini menghasilkan laju pembakaran yang tidak sempurna, membentuk endapan karbon, dan meningkatkan viskositas minyak pelumas.

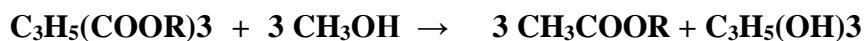
3. Proses Esterifikasi

Esterifikasi adalah tahap konversi asam lemak bebas menjadi ester. Proses ini mereaksikan minyak lemak dengan alkohol. Katalis yang cocok adalah zat yang bersifat asam kuat. Asam sulfat, asam sulfonat organik atau resin penukar kation asam kuat merupakan katalis yang banyak dipilih dalam praktik industri. Proses ini dilakukan untuk membuat metil ester dari minyak dengan kandungan asam lemak bebas yang tinggi (nilai asam ≥ 5 mg-KOH/g). Pada tahap ini, asam lemak bebas akan diubah menjadi metil ester. proses esterifikasi dilanjutkan dengan transesterifikasi produk pertama menggunakan katalis alkali. Proses esterifikasi dilakukan pada suhu 55°C proses ini akan menghasilkan metil ester dan gliserol. Setelah dipisahkan dari gliserol, selanjutnya dimurnikan, yaitu dicuci dengan air hangat dan dikeringkan untuk menguapkan kandungan air yang ada. Metil ester murni kemudian digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel.

4. Proses Transesterifikasi

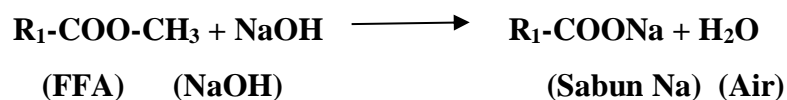
Transesterifikasi dengan metanol yaitu reaksi antara minyak nabati dengan metanol dibantu katalis basa (NaOH, KOH, atau sodium *methylate*) untuk menghasilkan campuran ester metil asam lemak dengan produk ikutan gliserol.

Proses ini telah banyak digunakan untuk mengurangi viskositas trigliserida. Bahan baku dengan kandungan FFA tinggi (>5%), seperti *palm fatty acid distillate* (PFAD) dan *low grade crude palm oil* (CPO), bahan baku tersebut perlu melalui proses esterifikasi untuk menurunkan kadar FFA hingga di bawah 5%. Molekul minyak tumbuhan dikurangi menjadi sepertiga dari ukuran awalnya, menghasilkan viskositas yang lebih rendah dan kemiripan yang lebih dekat dengan bahan bakar diesel.



(Trigliserida) (Metanol) (Metil Ester) (Gliserol)

Reaksi Transesterifikasi



Reaksi FFA dan NaOH

Grup “R” merupakan asam lemak yang biasanya memiliki panjang rantai karbon 12 sampai 22. Molekul minyak tumbuhan direduksi sampai sepertiga dari ukuran awalnya, sehingga viskositasnya semakin rendah dan semakin mirip dengan bahan bakar diesel.

1.4 Pemilihan Proses

Ada beberapa proses yang digunakan dalam proses pembuatan biodiesel yaitu proses pirolisis, proses emulsifikasi, proses esterifikasi, dan proses transesterifikasi. Dari keempat proses tersebut, masing-masing memiliki

kelebihan dan kekurangan pada penggunaannya dalam proses pembuatan biodiesel. Berikut adalah perbandingan dari keempat proses tersebut:

Tabel 1.1 Perbandingan Proses Pembuatan Biodiesel

| Faktor Pertimbangan | | Proses | | |
|--------------------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| | Pirolisis | Emulsifikasi | esterifikasi | Transesterifikasi |
| Bahan baku | $C_3H_5(COOR)_3$ | $C_3H_5(COOR)_3$ | $C_3H_5(COOR)_3$ | $C_3H_5(COOR)_3$ |
| Kondisi Oprasi | | | | |
| Tekanan | 2 atm | 1atm | 1atm | 1,5 atm |
| Suhu | 200°C | 40°C | 55°C | 70°C |
| Produk samping | NaCOOH $C_3H_8O_3$ | NaCOOH $C_3H_8O_3$ H_2O | NaCOOH $C_3H_8O_3$ H_2O | NaCOOH $C_3H_8O_3$ |
| Konversi | 65% | 61% | 64% | 90% |
| Yield | 80% | 60% | 61% | 67% |

Untuk optimasi proses ini berdasarkan dengan data diatas dapat di hitung dengan dengan menggunakan metode pembobotan

- Bobot = $100/\text{jumlah faktor pertimbangan}$
 $= 100/7$
 $= 14,28$

- Skor 1-5

Keterangan skor:

- 1 : sangat kurang
- 2 : kurang

3 : cukup

4 : baik

5 : baik sekali

Tabel 1.2 Perbandingan Proses Pembuatan Biodiesel

| Faktor Pertimbangan | Proses | | | |
|--------------------------------|------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| | Pirolisis | emulsifikasi | esterifikasi | Transesterifikasi |
| Bahan baku | 5 | 4 | 4 | 4 |
| Kondisi Oprasi | | | | |
| Tekanan | 1 | 4 | 5 | 5 |
| Suhu | 1 | 5 | 3 | 4 |
| Produk samping | 3 | 5 | 4 | 4 |
| Konversi | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Yield | 5 | 2 | 3 | 5 |
| Total Skor | 18 | 22 | 21 | 25 |
| Sekor X Bobot | 257 | 314 | 300 | 357 |

Keunggulan dari proses transesterifikasi antara lain;

1. Tidak menghasilkan kadar abu serta residu karbon yang tinggi.
2. Tekanan proses lebih rendah dari proses pirolisis.
3. Nilai konversi yang tinggi dibandingkan proses lain.

4. Menghasilkan produk biodiesel dengan mutu yang sesuai standart Indonesia (SNI).
5. proses yang paling efektif dan efisien dalam pembuatan biodiesel dan telah teruji oleh pabrik biodiesel yang telah berdiri sebelumnya.

Kapasitas produksi pabrik adalah sesuatu yang perlu dipertimbangkan dengan baik ketika merencanakan pendirian pabrik. Karena kapasitas akan memiliki peran penting dalam perhitungan teknis dan ekonomis pabrik. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan kapasitas produksi pabrik, antara lain sebagai berikut:

1. Proyeksi kebutuhan biodiesel

Penggunaan bioenergi khususnya biodiesel mempunyai peranan strategis dalam kebijakan transisi energi fosil menuju energi terbarukan, Berdasarkan data Aprobi, penyaluran B30 sebanyak 8,43 juta Kiloliter pada 2020, kemudian sepanjang 2021 mencapai 8,44 juta Kiloliter walaupun dalam dua tahun terakhir Indonesia menghadapi persoalan pandemi yang berdampak kepada aspek ekonomi dan sosial.

Tabel 1.3 Data Konsumsi Biodiesel (2017-2021)

| Tahun | Domestik (ton) | Ekspor |
|------------------------------|----------------|-----------|
| 2017 | 2.572.000 | 187.000 |
| 2018 | 3.750.000 | 1.803.000 |
| 2019 | 6.396.000 | 1.319.000 |
| 2020 | 8.400.000 | 36.000 |
| 2021 | 9.294.000 | 133.000 |
| Rata-rata Pertumbuhan | | |

Adanya rata-rata kenaikan nilai Konsumsi Biodiesel setiap tahunnya memberikan peluang untuk mendirikan pabrik biodiesel guna menopang kebutuhan Biodiesel dalam negeri.

2. Kapasitas Produksi Biodiesel

Adanya pertimbangan dalam menentukan kapasitas produksi suatu pabrik yaitu dengan melihat kapasitas produksi yang sudah ada, hal ini berkaitan dengan kapasitas produksi biodiesel yang akan di dirikan, adapun kapasitas produksi biodiesel lima tahun terakhir sebagai berikut.

Tabel 1.4 Data Produksi Biodiesel (2017-2021)

| Tahun | Produksi (ton) | % Pertumbuhan |
|------------------------------|----------------|---------------|
| 2017 | 3.416.000 | |
| 2018 | 6.168.000 | 0,8056206089 |
| 2019 | 8.399.000 | 0,36170557717 |
| 2020 | 8.594.000 | 0,23217049649 |
| 2021 | 10.240.000 | 0,1915289737 |
| Rata-rata Pertumbuhan | | 0,39775641407 |

Handbook of energy & economic statistics of indonesia mencatat produksi biodiesel sepanjang 2020 mencapai 8,594 juta kiloliter. Jumlah tersebut meningkat dibandingkan pada 2019 yang sebesar 8,399 juta kiloliter. Secara tren, produksi biodiesel mulai meningkat pada 2017. Setiap tahun produksi biodiesel Indonesia memiliki pertumbuhan yang positif. Untuk memenuhi kebutuhan biodiesel dalam negeri maka perlunya penambahan produksi biodiesel.

3. Ketersediaan Bahan Baku

Pada proses pembuatan biodiesel, bahan baku yang dibutuhkan adalah crude palm oil (CPO) dan metanol. Bahan baku CPO yang digunakan adalah CPO daerah serta metanol yang direncanakan akan diambil dari PT. Kaltim Methanol Industri. Kementerian Pertanian Republik Indonesia mencatat produksi CPO di Kalimantan Barat mencapai 5.635.683 Ton pada tahun 2021. menimbang melimpahnya jumlah bahan baku yang tersedia, dengan Perhitungan kapasitas produksi untuk pabrik yang akan didirikan berdasarkan pada peningkatan produksi dan konsumsi di harapkan dengan berdirinya pabrik biodiesel dikabupaten Sanggau akan mengurangi jumlah impor solar dan menghemat devisa negara serta menstabilkan harga kelapa sawit, membuka lapangan pekerjaan serta mensejahterakan masyarakat.

Direncanakan pabrik akan berdiri pada tahun 2025. Dalam produksi biodiesel data yang digunakan adalah data produksi biodiesel dari tahun 2017-2021, Sehingga rencana pabrik biodiesel yang akan didirikan ini memiliki kapasitas produksi sebesar 0,5% dari perkiraan kebutuhan biodiesel pada tahun 2027 sebagai berikut.

Perhitungan:

$$F = FO ((1+i)^n)$$

$$F = 10.240.000 ((1 +0,39775641407)^6)$$

$$F = 10.240.000 (7,45742618006)$$

$$F = 76.364.044,0838$$

Keterangan :

F = Perkiraan kebutuhan biodiesel pada tahun 2027(ton)

Fo = Kebutuhan biodiesel pada tahun 2021(ton)

i = Pertumbuhan rata-rata

n = Selisih waktu (tahun)

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan biodiesel pada tahun 2027 sebesar 76.364.044,0838 Rencana produksi biodiesel yang akan dirikan

sebesar 0,5% dari hasil perhitungan kebutuhan 2027 yaitu 381.820,220419 atau 350.000 ton/tahun.

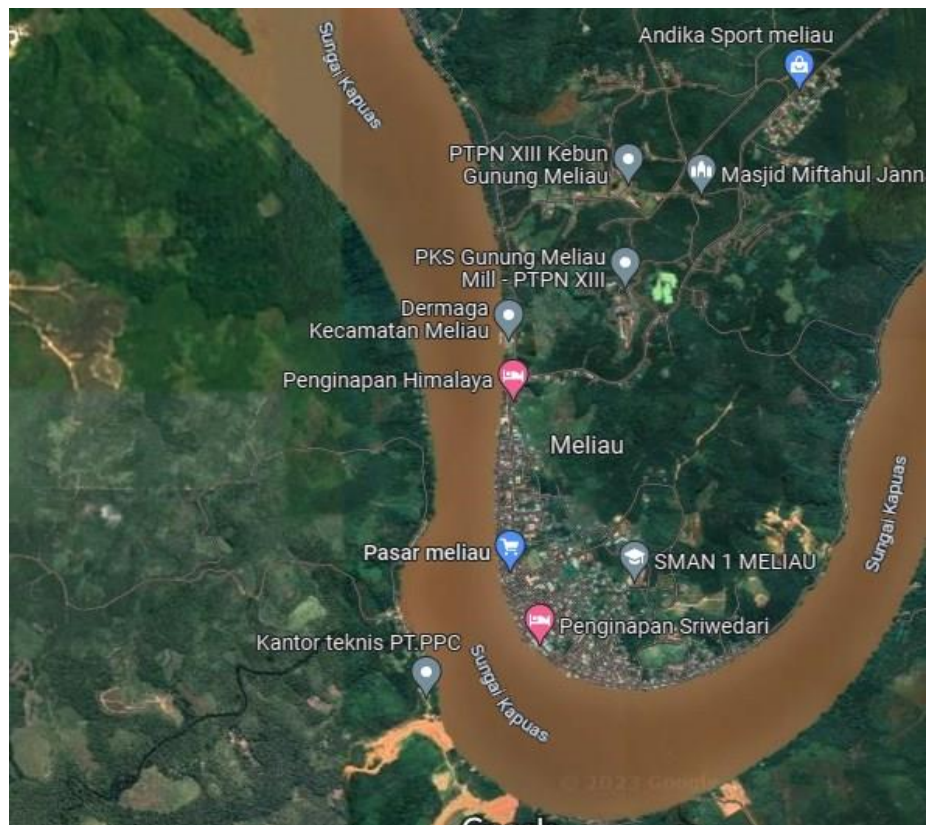
1.5 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi suatu pabrik merupakan faktor yang sangat penting. karena hal ini akan berpengaruh terhadap operasional perusahaan. untuk itu pemilihan lokasi pabrik perlu untuk dipertimbangkan agar nantinya dapat memberikan keuntungan yang besar pada perusahaan. Lokasi pendirian pabrik biodiesel ini dipilih berdasarkan parameter penentuan lokasi pabrik menggunakan metode *factor rating* dengan cara membandingkan dua lokasi lokasi 1 di sanggau kalimantan barat, lokasi ke 2 di cilacap jawa tengah.

Tabel 1. 5 Rating Penentuan Lokasi Pabrik

| faktor | bobot | lokasi 1 | | lokasi 2 | |
|--------------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | nilai (%) | B x N | nilai (%) | B x N |
| pasar | 25 | 90 | 22.5 | 90 | 22.5 |
| bahan baku | 20 | 100 | 20 | 60 | 12 |
| tenaga kerja | 20 | 90 | 18 | 100 | 20 |
| listrik | 15 | 90 | 13.5 | 90 | 13.5 |
| telepon | 10 | 90 | 9 | 90 | 9 |
| transportasi | 5 | 100 | 5 | 80 | 4 |
| perluasan | 5 | 100 | 5 | 60 | 3 |
| jumlah | | | 93 | | 84 |

Dari tabel penentuan rating lokasi di atas dapat disimpulkan bahwa lokasi berdirinya pabrik Kecamatan Meliau, Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat.



Gambar 1. 1 Rencana lokasi pendirian pabrik

1.6 Faktor Umum

1. Sumber Bahan Baku

Bahan baku merupakan faktor utama agar dapat menjalankan operasional industri, sehingga pengadaan bahan baku ini sangat penting. Lokasi yang dipilih adalah yang dekat dengan sumber bahan baku sehingga biaya transportasi dapat diminimalkan. Sumber bahan baku yang digunakan adalah CPO daerah tepatnya di Kabupaten Sanggau Pontianak, Kalimantan Barat., merupakan area yang tepat karena merupakan penghasil minyak sawit yang besar sehingga kebutuhan akan pasokan bahan baku cukup memadai, Untuk bahan baku yang lain yaitu metanol yang direncanakan akan diambil dari PT. Kaltim Methanol Industri.

2. Sumber Tenaga Kerja

Kabupaten Sanggau merupakan salah satu pusat perekonomian di Kalimantan Barat, sehingga pasokan tenaga kerja dapat diperoleh dari daerah maupun luar daerah baik tenaga kerja kasar maupun tenaga kerja terdidik. Tenaga kerja yang terampil mutlak dibutuhkan dalam industri. Untuk level staff dan supervisor pada bagian pengolahan bahan baku tenaga kerja yang dibutuhkan sarjana lulusan kimia, teknik industri atau teknik kimia, tenaga kerja level staf pada bagian administrasi dan perkantoran dibutuhkan sarjana lulusan ekonomi manajemen dan akuntansi, tenaga kerja level staff dan supervisor pada bagian produksi dibutuhkan sarjana lulusan teknik kimia atau teknik Prarancangan pabrik mesin. Sedangkan untuk level operator dibutuhkan minimal lulusan SMK Teknik.

3. Bahan Bakar, Listrik, dan Air

Untuk mendukung kelancaran proses produksi maka dapat dipilih lokasi yang mampu menyediakan bahan bakar, yang dapat diperoleh dari PT. Pertamina, listrik diambil dari perusahaan pembangkit listrik PLN setempat dengan generator sebagai cadangan, Sedangkan untuk penyediaan air dapat diambil dari sungai kapuas.

4. Transportasi

Adanya lokasi pabrik yang dekat dan mudah dijangkau sehingga mempermudah dalam proses pengiriman bahan baku dan penyaluran produk maka dipilihlah lokasi yang tepat, ekonomis dan menguntungkan terdapat akses transportasi yang lancar baik darat maupun laut karena dekat dengan pelabuhan/dermaga di sungai kapuas.

5. Kondisi Lingkungan dan Masyarakat

Sikap masyarakat sekitar cukup terbuka dengan dampak positif yang diberikan, hal ini disebabkan oleh tersedianya lapangan kerja baru bagi masyarakat, sehingga terjadi peningkatan kesejahteraan masyarakat setelah pabrik berdiri. Selain itu, pendirian pabrik ini tidak akan

mengganggu keselamatan dan keamanan masyarakat sekitar karena dampak dan faktor telah dipertimbangkan sebelum pabrik didirikan.

6. Pemasaran

Untuk pemasaran akan melakukan kerjasama dengan Pertamina. Menimbang kebutuhan biodiesel terus meningkat dari tahun ke tahun, dengan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor dan mesin industri di Indonesia yang menggunakan bahan bakar solar dapat dicampur dengan biodiesel dalam perbandingan yang telah ditetapkan oleh pemerintah.

Peraturan Menteri ESDM No. 12 Tahun 2015 telah menetapkan penggunaan bahan bakar campuran biodiesel sebesar 30% (B30) sebagai bahan bakar mesin diesel yang telah diimplementasikan mulai tanggal 1 Januari 2020. Hal ini mengukuhkan Indonesia sebagai pionir pengguna campuran biodiesel tertinggi di dunia.

7. Pembuangan Limbah Industri

Limbah yang terjadi dari industri biodiesel. Gliserol yang dapat digunakan untuk bahan baku berbagai industri manufaktur dan pangan seperti obat-obatan, bahan makanan, bahan kosmetik, pasta gigi, industri kimia, larutan anti beku, tinta printer dan lain-lain. Air limbah yang dihasilkan dari industri biodiesel diperkirakan memiliki kandungan organik yang cukup tinggi. Dengan demikian perlu dipertimbangkan untuk mengolahnya dengan proses anaerob, sehingga berpotensi untuk mendapatkan produk samping berupa biogas (gas metana). Sisa metana yang dapat digunakan kembali dalam proses pembuatan biodiesel.